

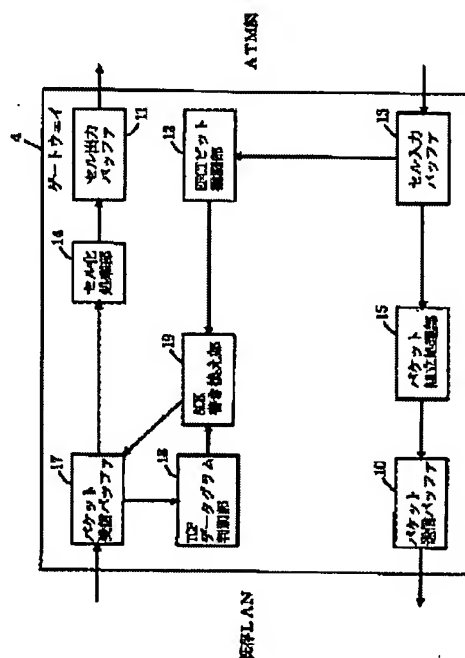
FLOW CONTROL METHOD AND COMMUNICATION ELEMENT EXECUTING IT

Patent number: JP2001203697
Publication date: 2001-07-27
Inventor: IKUSHIMA KIMIYA; AII HIROYUKI
Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
Classification:
 - international: **H04L12/28; H04L12/28; (IPC1-7): H04L12/28**
 - european:
Application number: JP20000010928 20000119
Priority number(s): JP20000010928 20000119

Report a data error here

Abstract of JP2001203697

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a flow control method that can efficiently use a communication band by adjusting an input rate of a transmission terminal provided at the outside of an ATM network on the occurrence of congestion in the ATM network. **SOLUTION:** In a gateway that connects the ATM network to an external network, an EFCI bit observation section 12 observes an EFCI bit of an arrived data cell to detect congestion inside of the ATM network. When congestion is detected, a TCP datagram discrimination section 18 refers to contents of a TCP datagram arrived in a packet reception buffer 17 to discriminate a corresponding ATM connection. An ACK replacement section 19 reduces a window size of the TCP datagram in the ATM connection having the congestion to make a congestion notice thereby releasing the congestion. A cell processing section 14 divides the TCP datagram into a cells, which are set to the ATM network.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-203697
(P2001-203697A)

(43)公開日 平成13年7月27日(2001.7.27)

(51)Int.Cl.⁷
H 0 4 L 12/28

識別記号

F I
H 0 4 L 11/20

マークシート*(参考)
C 5 K 0 3 0
9 A 0 0 1

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 22 頁)

(21)出願番号 特願2000-10928(P2000-10928)

(22)出願日 平成12年1月19日(2000.1.19)

(71)出願人 000003821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 生嶋 君弥

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 相井 宏之

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 100098291

弁理士 小笠原 史朗

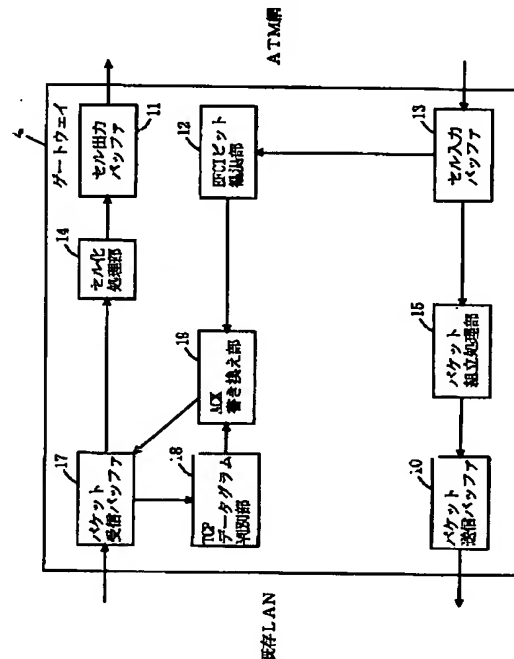
Fターム(参考) 5K030 HA10 HB13 JA06 KA03 LC03
LC09 MB02
9A001 BB04 CC07 DD10 EE04

(54)【発明の名称】 フロー制御方法およびそれを実行する通信要素

(57)【要約】

【課題】 ATM網において輻輳が生じたときに、網外に設けられた送信端末の入力レートを調整することによって通信帯域を効率的に使用できるフロー制御方法を実現する。

【解決手段】 ATM網と外部ネットワークとを接続するゲートウェイ装置において、EFCIビット観測部12は、到着するデータセルのEFCIビットを観測してATM網内部の輻輳を検出する。輻輳が検出された場合、TCPデータグラム判別部18は、パケット受信バッファ17に到着するTCPデータグラムの内容を参照して、対応するATMコネクションを判別する。ACK書き換え部19は、輻輳が生じているATMコネクションにおいてTCPデータグラムのウィンドウサイズを縮小することによって、輻輳通知を行い輻輳を解除する。このTCPデータグラムは、セル化処理部14においてセルに分割されてATM網に送信される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 固定長のセルの形式で情報を転送するATM（アシンクロナス・トランスファ・モード）通信網を介してTCP（トランスミッション・コントロール・プロトコル）のデータグラムを含むデータの通信を行う複数の端末と、前記通信網における輻輳を検出する第1の通信要素と、前記端末から到着する前記データをセルに分割して前記通信網へ送信し、前記通信網から到着するセルを前記データに再構成して前記端末へ送信する第2の通信要素との間の通信において用いられるフロー制御方法であって、

第1の前記通信要素において輻輳が検出された場合には、セルのEFCI（イクスプリシット・フォワード・コンジェスチョン・インディケーション）ビットに輻輳通知情報を設定する輻輳通知ステップと、

第2の前記通信要素において前記通信網から到着するセルのEFCIビットを観測するセル観測ステップと、前記セル観測ステップにおいて輻輳の発生が検出された場合には、第2の前記通信要素において前記データグラムのヘッダ内部に設定されるウィンドウサイズを縮小して送信するウィンドウサイズ縮小ステップとを含む、フロー制御方法。

【請求項2】 固定長のセルの形式で情報を転送するATM（アシンクロナス・トランスファ・モード）通信網を介してTCP（トランスミッション・コントロール・プロトコル）のデータグラムを含むデータの通信を行う複数の端末と、前記通信網における輻輳を検出する第1の通信要素と、前記端末から到着する前記データをセルに分割して前記通信網へ送信し、前記通信網から到着するセルを前記データに再構成して前記端末へ送信する第2の通信要素との間の通信において用いられるフロー制御方法であって、

第1の前記通信要素において輻輳が検出された場合には、後方RM（リソース・マネージメント）セルに輻輳通知情報を設定する輻輳通知ステップと、

第2の前記通信要素において前記通信網から到着する前記後方RMセルの内容を観測するセル観測ステップと、前記セル観測ステップにおいて輻輳の発生が検出された場合には、第2の前記通信要素において前記データグラムのヘッダ内部に設定されるウィンドウサイズを縮小して送信するウィンドウサイズ縮小ステップとを含む、フロー制御方法。

【請求項3】 固定長のセルの形式で情報を転送するATM（アシンクロナス・トランスファ・モード）通信網を介してTCP（トランスミッション・コントロール・プロトコル）のデータグラムを含むデータの通信を行う複数の端末と、前記通信網における輻輳を検出する第1の通信要素と、前記端末から到着する前記データをセルに分割して前記通信網へ送信し、前記通信網から到着するセルを前記データに再構成して前記端末へ送信する第

2の通信要素との間の通信において用いられるフロー制御方法であって、

第1の前記通信要素において輻輳が検出された場合には、セルに輻輳通知情報を設定する輻輳通知ステップと、

第2の前記通信要素において前記通信網から到着するセルの内容を観測するセル観測ステップと、

前記セル観測ステップにおいて輻輳の発生が検出された場合には、第2の前記通信要素において前記データグラムのヘッダ内部に設定されるウィンドウサイズを一律に0に設定することなく、段階的に0に縮小されるように所定の計算方法によって設定して送信するウィンドウサイズ縮小ステップとを含む、フロー制御方法。

【請求項4】 第2の前記通信要素において前記データグラムのウィンドウサイズを設定した後に記憶するウィンドウサイズ記憶ステップをさらに含み、

前記ウィンドウサイズ縮小ステップにおける所定の計算方法には、前記ウィンドウサイズ記憶ステップにおいて記憶された値から所定値を差し引いた値が用いられることを特徴とする、請求項3に記載のフロー制御方法。

【請求項5】 第2の前記通信要素において前記データグラムのウィンドウサイズを設定した後に記憶するウィンドウサイズ記憶ステップと、

前記セル観測ステップにおいて輻輳の発生が検出されなくなった場合には、前記ウィンドウサイズ記憶ステップにおいて記憶された値と所定値とを加えた値を用いて、第2の前記通信要素において前記データグラムのヘッダ内部に設定されるウィンドウサイズを設定して送信するウィンドウサイズ拡大ステップとをさらに含み、請求項3に記載のフロー制御方法。

【請求項6】 前記輻輳通知ステップは、セルのEFCI（イクスプリシット・フォワード・コンジェスチョン・インディケーション）ビットに輻輳通知情報を設定することを特徴とする、請求項3に記載のフロー制御方法。

【請求項7】 前記輻輳通知ステップは、後方RM（リソース・マネージメント）セルに輻輳通知情報を設定することを特徴とする、請求項3に記載のフロー制御方法。

【請求項8】 固定長のセルの形式で情報を転送するATM（アシンクロナス・トランスファ・モード）通信網を介してデータの通信を行う複数の端末と、前記通信網における輻輳を検出する第1の通信要素と、前記端末から到着する前記データをセルに分割して前記通信網へ送信し、前記通信網から到着するセルを前記データに再構成して前記端末へ送信する第2の通信要素との間の通信において用いられるフロー制御方法であって、

第1の前記通信要素において輻輳が検出された場合には、セルに輻輳通知情報を設定する輻輳通知ステップと、

第2の前記通信要素において前記通信網から到着するセルの内容を観測するセル観測ステップと、
前記セル観測ステップにおいて輻輳の発生が検出された場合には、第2の前記通信要素において前記データを一旦保持し、所定の時間が経過した後に送信を行う保持ステップとを含む、フロー制御方法。

【請求項9】 前記データは、TCP（トランスミッション・コントロール・プロトコル）のデータグラムを含む、請求項8に記載のフロー制御方法。

【請求項10】 前記輻輳通知ステップは、セルのEFCI（イクスプリシット・フォワード・コンジェスチョン・インディケーション）ビットに輻輳通知情報を設定することを特徴とする、請求項8に記載のフロー制御方法。

【請求項11】 前記輻輳通知ステップは、後方RM（リソース・マネージメント）セルに輻輳通知情報を設定することを特徴とする、請求項8に記載のフロー制御方法。

【請求項12】 固定長のセルの形式で情報を転送するATM（アシンクロナス・トランスファ・モード）通信網を介してTCP（トランスミッション・コントロール・プロトコル）のデータグラムを含むデータの通信を行う複数の端末と通信を行い、当該通信網において輻輳が検出された場合には、EFCI（イクスプリシット・フォワード・コンジェスチョン・インディケーション）ビットに輻輳通知情報が設定されたセルを受信する通信要素であって、

前記端末から前記データグラムを含むデータを受信するパケット受信バッファと、受信された前記データグラムを含むデータをセル化するセル化処理部と、

前記端末へ前記データグラムを含むデータを送信するパケット送信バッファと、

前記通信網からセルを受信するセル受信バッファと、受信されたセルを前記データグラムを含むデータに組み立てるパケット組立処理部と、

前記通信網へセルを送信するセル送信バッファと、前記セル受信バッファに到着するセルのEFCIビットを観測するEFCIビット観測部と、

前記EFCIビット観測部が輻輳の発生を検出した場合には、前記データグラムのヘッダ内部に設定されるウィンドウサイズを縮小するACK書き換え部とを備える、通信要素。

【請求項13】 固定長のセルの形式で情報を転送するATM（アシンクロナス・トランスファ・モード）通信網を介してTCP（トランスミッション・コントロール・プロトコル）のデータグラムを含むデータの通信を行う複数の端末と通信を行い、当該通信網において輻輳が検出された場合には、輻輳通知情報が設定されたセルを受信する通信要素であって、

前記端末から前記データグラムを含むデータを受信する

パケット受信バッファと、

受信された前記データグラムを含むデータをセル化するセル化処理部と、

前記端末へ前記データグラムを含むデータを送信するパケット送信バッファと、

前記通信網からセルを受信するセル受信バッファと、受信されたセルを前記データグラムを含むデータに組み立てるパケット組立処理部と、

前記通信網へセルを送信するセル送信バッファと、前記セル受信バッファに到着するセルの輻輳通知情報を観測するセル観測部と、

前記データグラムのウィンドウサイズを設定した後に記憶して、前記セル観測部が輻輳の発生を検出した場合には、記憶された値から所定値を差し引いた値を用いて段階的に縮小された新たなウィンドウサイズを設定するACK書き換え部とを備える、通信要素。

【請求項14】 固定長のセルの形式で情報を転送するATM（アシンクロナス・トランスファ・モード）通信網を介してTCP（トランスミッション・コントロール・プロトコル）のデータグラムを含むデータの通信を行う複数の端末と通信を行い、当該通信網において輻輳が検出された場合には、輻輳通知情報が設定されたセルを受信する通信要素であって、

前記端末から前記データグラムを含むデータを受信するパケット受信バッファと、

受信された前記データグラムを含むデータをセル化するセル化処理部と、

前記端末へ前記データグラムを含むデータを送信するパケット送信バッファと、

前記通信網からセルを受信するセル受信バッファと、受信されたセルを前記データグラムを含むデータに組み立てるパケット組立処理部と、

前記通信網へセルを送信するセル送信バッファと、前記セル受信バッファに到着するセルの輻輳通知情報を観測するセル観測部と、

前記データグラムのウィンドウサイズを設定した後に記憶して、前記セル観測部が輻輳の発生を検出した場合には、記憶された値から所定値を差し引いた値を用いて段階的に縮小された新たなウィンドウサイズを設定し、前記セル観測部が輻輳の発生を検出しなくなった場合には、記憶された値と所定値とを加えた値を用いて新たなウィンドウサイズを設定するACK書き換え部とを備える、通信要素。

【請求項15】 固定長のセルの形式で情報を転送するATM（アシンクロナス・トランスファ・モード）通信網を介してデータの通信を行う複数の端末と通信を行い、当該通信網において輻輳が検出された場合には、輻輳通知情報が設定されたセルを受信する通信要素であって、

前記端末から前記データグラムを含むデータを受信する

パケット受信バッファと、
 受信された前記データグラムを含むデータをセル化するセル化処理部と、
 前記端末へ前記データグラムを含むデータを送信するパケット送信バッファと、
 前記通信網からセルを受信するセル受信バッファと、
 受信されたセルを前記データグラムを含むデータに組み立てるパケット組立処理部と、
 前記通信網へセルを送信するセル送信バッファと、
 前記セル受信バッファに到着するセルの輻輳通知情報を観測するセル観測部と、
 前記セル観測部が輻輳の発生を検出した場合には、前記データを一旦保持し、所定の時間が経過した後に送信が行われるように制御するACK保持部とを備える、通信要素。

【請求項16】 前記データは、TCP（トランスミッション・コントロール・プロトコル）のデータグラムを含む、請求項15に記載の通信要素。

【請求項17】 前記輻輳通知情報が設定されるセルは、EFCI（イクスプリシット・フォワード・コンジェスション・インディケーション）ビットに輻輳通知情報が設定されたセルであることを特徴とする、請求項13ないし請求項15のいずれかに記載の通信要素。

【請求項18】 前記輻輳通知情報が設定されるセルは、後方RM（リソース・マネージメント）セルであることを特徴とする、請求項13ないし請求項15のいずれかに記載の通信要素。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フロー制御方法およびそれを実行する通信要素に関し、より特定的には、マルチメディア情報を統一的に伝送するATM（Asynchronous Transfer Mode）通信網において、ウィンドウサイズを含むヘッダを有するプロトコルのデータを通信する場合に、ATM通信網での輻輳状態に応じて端末間のトラフィックフローを制御するフロー制御方法およびそれを実行する通信要素に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、ATM通信網において、例えば、TCP（Transmission Control Protocol）のようなウィンドウサイズを含むヘッダを有するプロトコルのデータを通信する場合のフロー制御方法として、例えば、特開平10-262054号公報に開示されている方法がある。

【0003】この従来例は、ATM網の通信要素において、RM（Resource Management）セルの内容からATM網内部の輻輳を検出したときに、ヘッダ内部のウィンドウサイズを0に設定したTCPデータグラムを送信端末へ返信する。このことにより、送

信端末に対してTCPデータグラムの送信を中止するように指示し、入力トラフィックを減少して網の輻輳を解除する。

【0004】図8は、上述のような従来例における通信網の構成例を示した図である。図8において、本通信網は、送信端末1と、受信端末5と、ATMスイッチ3と、ゲートウェイ2および4とを備える。送信端末1および受信端末5は、既存LAN上に設けられ、ATMスイッチ3は、ATM網上に設けられる。既存LANとATM網とは、ゲートウェイ2および4によって接続されている。

【0005】図8において、ATMスイッチ3は、ATM網においてセルの転送を行うと共に、網の輻輳検出を行う。ATMスイッチ3は、輻輳を検出すると、RMセルに輻輳発生情報を書き込んで送出する。図中における点線6は、本通信網におけるRMセルの転送経路を示している。その転送経路によれば、RMセルは、送信側のゲートウェイ2よりデータセルと同時に送出され、受信側ゲートウェイ4において送信側ゲートウェイ2に向けて返信される。

【0006】図9は、端末間で行うTCPデータグラムによる通信のフローの一例を示すシーケンス図である。図9において、Winはウィンドウ値を表し、Seqはシーケンス番号を表し、Lenはデータ長を表し、AckはACK番号を表している。また、図の右側のウィンドウサイズについて、斜線欄は受信端末において使用中のウィンドウを表し、空白欄は空きのウィンドウを表している。

【0007】TCPでは、受信端末から伝えられた送信可能データ量（以下、ウィンドウ値という）に従って、当該ウィンドウ値を超えないデータ長のTCPデータグラムを送信する。受信端末は、送信されたデータ長をシーケンス番号に加算したACK番号と、空きウィンドウ値を送信端末へ返信する。送信端末が受信端末の空きウィンドウ値で指定されたデータ量を送信すると、送信端末からの次の送信は、受信側のウィンドウ値に空きができるまで待たされる。

【0008】図9において、まず、送信端末はシーケンス番号が100であって、データ長が500であるデータを受信端末へ送る。受信端末は、シーケンス番号とデータ長とを加えたAck=600と、初期値1000のウィンドウサイズから受信したデータ長500を差し引いた空きウィンドウ値であるWin=500とを送信端末へ送る。

【0009】次に、送信端末は、シーケンス番号が600であって、データ長が300のデータを受信端末へ送る。受信端末は、シーケンス番号とデータ長とを加えたAck=900と、ウィンドウ値500から受信したデータ長300を差し引いた空きウィンドウ値であるWin=200とを送信端末へ送る。

【0010】さらに、送信端末は、シーケンス番号が900であって、データ長が200のデータを受信端末へ送る。受信端末は、シーケンス番号とデータ長とを加えたAck=1100と、ウィンドウ値200から受信したデータ長200を差し引いた空きウィンドウ値であるWin=0とを送信端末へ送る。

【0011】ここで、空きウィンドウ値が0であるので、送信端末は送信を停止し、ウィンドウに空きが生じたかを探索するためのプローブパケットを受信端末へ送出する。その後、受信端末のウィンドウに空きが生じると、受信端末は、送信端末が送出したプローブパケットに応じて、空きウィンドウ値（ここでは、Win=299）とACK番号（ここではAck=1101）とを送信端末へ送る。これを受けて、送信端末は送信を開始する。

【0012】図10は、従来例におけるフロー制御方法を実現するゲートウェイ2の詳細な構成例を示したブロック図である。図10において、ゲートウェイ2は、セル出力バッファ41と、ATMよりセルを受信するセル入力バッファ43と、受信パケットをATMセル化するセル化処理部44と、ATMセルを既存LANでのパケットに組み立てるパケット組立処理部45と、ATM網から送られてくるRMセルにおいて輻輳を検出すると、セル出力バッファ41へセル送出レートを下げるように制御を行うRMセル観測部42と、輻輳時に受信パケットを廃棄するパケット廃棄制御部46と、既存LANからのパケットを受信するパケット受信バッファ47と、受信パケットからTCPデータグラムを判別するTCPデータグラム判別部48と、TCPデータグラム判別部48において判別されたTCPデータグラムに対応するACKパケットを生成するACK生成部49と、既存LANへ出力するパケットを一旦保持するパケット送信バッファ40とを備える。

【0013】ゲートウェイ2において、セル入力バッファ43が輻輳を示したRMセルを受信したときには、RMセル観測部42は、RMセルのDIRビットおよびCIビットを確認して、送出方向のATM網の輻輳状況を検出する。

【0014】輻輳時において、RMセル観測部42は、RMセルのERフィールドに記載された値に応じて、出力レートを絞るようにセル出力バッファ41へ指示する。同時に、RMセル観測部42は、TCPデータグラム判別部48およびパケット廃棄制御部46を起動する。

【0015】TCPデータグラム判別部48は、輻輳中に受信したパケットからTCPデータグラムを判別して、そのシーケンス番号をACK生成部49へ通知する。ACK生成部49は、ACK番号を通知されたシーケンス番号と同値にし、ウィンドウサイズを0としたTCPデータグラムのACKパケットを生成して、送信端

末へ返信する。

【0016】このことによって、送信端末は、受信端末においてデータ受信用の空き領域が無く、データ受信できなかったことを認識して、データ送信を停止する。停止後、送信端末は送信できるタイミングを見張るためのプローブパケットを周期的に送出する。

【0017】また、受信端末が輻輳中に受信したパケットは、上記ACKパケットの返信によって、輻輳解除後には送信端末から再送される。したがって、パケット廃棄制御部46は、TCPデータグラム判別処理後は、受信したパケットをすべて廃棄する。このことによって、輻輳時における送信側ゲートウェイ2では、セル出力バッファ41への入力が抑制される。

【0018】ATM網の輻輳解除を検出すると、送信側ゲートウェイ2は、セル出力バッファ41の出力レートを上げると共に、輻輳時に使用されたTCPデータグラム判別部48、ACK生成部49およびパケット廃棄制御部46における処理を中止する。

【0019】また、送信端末から送出し続けるプローブパケットは、輻輳解除後には、送信側ゲートウェイ2において廃棄されることなく受信端末まで届く。受信端末は、送信端末へウィンドウサイズが記述された前述のようなACKパケットを返信する。

【0020】次に、従来のフロー制御方法の動作について詳細に説明する。図11は、従来例のフロー制御方法を用いて端末間で行われるTCPデータグラムによる通信のフローの一例を示すシーケンス図である。

【0021】図11において、Winはウィンドウ値を表し、Seqはシーケンス番号を表し、Lenはデータ長を表し、AckはACK番号を表している。また、送信側ゲートウェイにおいて輻輳が検出されている時間帯は、点線で示されている。さらに、図の右側のウィンドウサイズについて、斜線欄は受信端末において使用中のウィンドウを表し、空白欄は空きのウィンドウを表している。

【0022】ATM網にセルの輻輳が検出されていない場合、送受信端末間では、通常のTCPプロトコルによるデータグラムの通信が行われる。送信端末は、受信端末からのTCPプロトコルのウィンドウ制御により、受信端末における空きウィンドウサイズを超えない大きさのデータを送信する。送信側ゲートウェイは、送信端末からのパケットを透過して、受信端末側へ転送する。図11においては、シーケンス番号が100であって、データ長が500であるデータが受信端末へ送られる。

【0023】受信端末は、TCPデータグラムを受信すると、データグラムのシーケンス番号にデータ長を足したACK番号と、データグラム受信後の空きウィンドウサイズを含んだACKパケットとを送信端末へ向けて返信する。図11においては、受信端末は、Ack=600と、初期値1000のウィンドウサイズから受信した

データ長500を差し引いた空きウィンドウ値である $Win=500$ とを送信端末へ送る。

【0024】送信側ゲートウェイは、輻輳を検出すると、輻輳中に送信端末から受信したパケットからTCPデータグラムを判別して、判別されたTCPデータグラムを網へ転送せずに廃棄する。図11においては、送信端末が送出した、シーケンス番号が600であって、データ長が300のデータが廃棄される。

【0025】同時に、送信側ゲートウェイは、廃棄されたTCPデータグラムのシーケンス番号と同値になるようにACK番号を設定して、ウィンドウサイズを0としたACKパケットをTCPデータグラムの送信端末へ返信する。図11においては、 $Ack=600$ であって、 $Win=0$ のACKパケットが送信端末へ返信される。

【0026】送信端末は、上記のACKパケットを受信すると、輻輳によってデータが受信できなかったことを認識して、データ送信を停止する。データ送信停止後、送信端末は、TCPプロトコルによって周期的にデータ長1のプローブパケットを送信する。しかし、送信側ゲートウェイが、ウィンドウサイズを0としたACKパケットをTCPデータグラムの送信端末へ返信している間は、送信端末はデータ送信を再開しない。

【0027】その後、送信側ゲートウェイは、輻輳解除を検出すると、送信端末より受信するパケットを廃棄することなく受信端末側へ透過する。そのため、送信停止後から送信端末より周期的に送出されているプローブパケットは、輻輳解除が検出されたことによって初めて受信端末まで転送される。受信端末は、プローブパケットを受信すると、送信端末へウィンドウサイズを記述したACKパケットを返信する。図11においては、受信端末は、送信端末が送出したプローブパケットに応じて、空きウィンドウ値（ここでは、 $Win=799$ ）とACK番号（ここでは $Ack=601$ ）とを送信端末へ送る。これを受けて、送信端末は送信を開始する。それ以降、送信端末と受信端末間においては、通常のTCPデータグラムの転送が行われる。

【0028】

【発明が解決しようとする課題】以上のような従来例においては、以下のような6つの問題点が考えられる。以下、順に説明する。

【0029】第1の問題点は、ATM網においてABR (Available Bit Rate) サービスカテゴリ以外のサービスカテゴリを使用するVC (仮想チャンネル) について、フロー制御が行えない点である。

【0030】前述の従来例において用いられるRMセルは、ABRサービスカテゴリを使用するVCにおいてフロー制御を行うためのセルである。しかし、ATM網内部には、一般的に、他のサービスカテゴリを使用するVCも混在する。他のサービスカテゴリには、例えば、GFR (Guaranteed Frame Rate)

サービスカテゴリや、UBR (Unspecified Bit Rate) サービスカテゴリなどがある。これら、ABR、GFR、UBRなどの各サービスカテゴリについては、例えば、The ATM Forum Traffic Management Specification Draft Version 4.1 (ATM Forum Contribution number: BTDM-02.02, December, 1998) に詳しく開示されている。

【0031】このように、サービスカテゴリとして、ABR以外にGFR、UBRなどを用いるVCが混在する場合に、前述の従来例においては、RMセルを送信しないUBR、GFRのサービスカテゴリを用いるVCに対してフロー制御を行うことができない。

【0032】第2の問題点は、ATM通信要素における構成が複雑になる点である。従来例では、輻輳が発生した通信要素において、輻輳を解除するために必要な入力レートを計算してRMセルに書き込む。ここで、輻輳が発生した通信要素における入力レートの計算方法の例としては、ERICAとよばれる方法などがある。この方法については、例えば、The ATM Forum Traffic Management Specification Draft Version 4.0 (ATM Forum Contribution number: af-tm-0056.000, page 76, April, 1996) に詳しく開示されている。しかし、この計算方法は複雑なので、ATM網内の通信要素の構成が複雑となる。

【0033】さらに、従来例においては、ATM網と外部ネットワークとを接続するゲートウェイ装置に、RMセルの内容によって出力バッファの送信速度を変化させる構成などが必要となることは前述したとおりである。したがって、従来例においては、さらに通信要素の構成が複雑となる。

【0034】第3の問題点は、従来例のゲートウェイ装置におけるRMセルの受信時間間隔が大きい場合には、ATM網内部の輻輳を検出するために時間がかかり、ATM網内部でのセル廃棄率が大きくなる結果、TCPパケットレベルでのスループットが低下する点である。

【0035】第4の問題点は、ATM網内で輻輳が発生したときに、輻輳通知情報を前方RMセルに書き込み、このセルが送信側ゲートウェイ装置に到着してから、送信端末に対してTCPパケットを用いて輻輳通知を行なうので、ATM網内部の輻輳を送信側ゲートウェイ装置に通知するために時間がかかる結果、輻輳の通知及び解除が遅れて、パケット廃棄率が大きくなる点である。

【0036】第5の問題点は、ATM網内で輻輳が発生したときに、送信端末は、TCPデータグラムの送信を中止するので、輻輳が解除された場合でも、しばらくは、送信端末からの入力レートが非常に低い状態がつづ

き、通信帯域の有効利用を図ることができない点である。

【0037】第6の問題点は、ATM網内部で輻輳が解除された時に、送信端末からのTCPデータグラムのウィンドウサイズが突然増加するので、輻輳解除時にデータ入力が集申し、その結果として輻輳が再発生して、スループットが低下する点である。

【0038】そこで、本発明における第1の目的は、ABRコネクション以外のサービスを使用するVCに対しても、ATM網内部での輻輳を検出して、輻輳検出時に送信端末に対して入力レートの減少を指示して、輻輳を素早く解除し、TCPパケットレベルでのスループットを向上させるフロー制御方法およびそれを実行する通信要素を提供することである。

【0039】次に、本発明における第2の目的は、ATM網内部の通信要素およびATM網と外部のネットワークとを接続するゲートウェイ装置の構成を簡単にし、同時にスループットを向上させるフロー制御方法およびそれを実行する通信要素を提供することである。

【0040】また、本発明における第3の目的は、ゲートウェイ装置におけるRMセルの受信時間間隔が大きい場合でも、ATM網内部の輻輳を素早く検出して、輻輳を解除することによって、TCPパケットレベルでのスループットを向上させるフロー制御方法およびそれを実行する通信要素を提供することである。

【0041】さらに、本発明における第4の目的は、ATM網内部の輻輳を素早く送信側ゲートウェイ装置へ通知して、輻輳を通知し、また解除することによって、TCPパケットレベルでのスループットを向上させるフロー制御方法およびそれを実行する通信要素を提供することである。

【0042】また、本発明における第5の目的は、ATM網内部で輻輳が発生した場合であっても、送信端末からの入力レートを任意の値に調整することによって、輻輳を解除するとともに、輻輳解除後の通信帯域使用率を向上し、スループットを向上させるフロー制御方法およびそれを実行する通信要素を提供することである。

【0043】最後に、本発明における第6の目的は、ATM網内部で輻輳が解除された時に、データ入力が集申することを防止して、輻輳の再発生を抑制し、スループットを向上させるフロー制御方法およびそれを実行する通信要素を提供することである。

【0044】

【課題を解決するための手段および発明の効果】第1の発明は、固定長のセルの形式で情報を転送するATM（アシンクロナス・トランスファ・モード）通信網を介してTCP（トランスミッション・コントロール・プロトコル）のデータグラムを含むデータの通信を行う複数の端末と、通信網における輻輳を検出する第1の通信要素と、端末から到着するデータをセルに分割して通信網

へ送信し、通信網から到着するセルをデータに再構成して端末へ送信する第2の通信要素との間の通信において用いられるフロー制御方法であって、第1の通信要素において輻輳が検出された場合には、セルのEFCI（イクスプリシット・フォワード・コンジェスション・インディケーション）ビットに輻輳通知情報を設定する輻輳通知ステップと、第2の通信要素において通信網から到着するセルのEFCIビットを観測するセル観測ステップと、セル観測ステップにおいて輻輳の発生が検出された場合には、第2の通信要素においてデータグラムのヘッダ内部に設定されるウィンドウサイズを縮小して送信するウィンドウサイズ縮小ステップとを含む。

【0045】このような第1の発明によれば、RMセルの代わりにデータセルのEFCIビットを使用した輻輳通知が可能であるので、ABR以外のサービスカテゴリを使用するVCに対しても、ATM網内部における輻輳を検出したときには、送信端末に対して入力レートの減少を指示することによって、輻輳を素早く解除し、TCPパケットレベルでのスループットを向上させることができる。

【0046】また、第1の発明によれば、輻輳時にATM通信要素において各VCに指示する入力レートを計算する代わりに、データセルのEFCIビットを設定するだけで輻輳通知が可能なので、ATM網内部の通信要素およびATM網と外部ネットワークを接続する通信要素の構成を簡単にすることができ、同時にフロー制御を行うことによって、スループットを向上させることができる。

【0047】さらに、第1の発明によれば、通信要素におけるRMセルの受信時間間隔が大きい場合であっても、ATM網内部の輻輳を素早く検出して、輻輳を解除することによって、TCPパケットレベルでのスループットを向上させることができる。

【0048】第2の発明は、固定長のセルの形式で情報を転送するATM（アシンクロナス・トランスファ・モード）通信網を介してTCP（トランスミッション・コントロール・プロトコル）のデータグラムを含むデータの通信を行う複数の端末と、通信網における輻輳を検出する第1の通信要素と、端末から到着するデータをセルに分割して通信網へ送信し、通信網から到着するセルをデータに再構成して端末へ送信する第2の通信要素との間の通信において用いられるフロー制御方法であって、第1の通信要素において輻輳が検出された場合には、後方RM（リソース・マネージメント）セルに輻輳通知情報を設定する輻輳通知ステップと、第2の通信要素において通信網から到着する後方RMセルの内容を観測するセル観測ステップと、セル観測ステップにおいて輻輳の発生が検出された場合には、第2の通信要素においてデータグラムのヘッダ内部に設定されるウィンドウサイズを縮小して送信するウィンドウサイズ縮小ステップとを

含む。

【0049】このような第2の発明によれば、輻輳通知情報を前方RMセルに書き込む場合よりも、より短い時間でATM網内部の輻輳を送信側ゲートウェイ装置へ通知することができる。したがって、素早く輻輳を解除することによって、TCPパケットレベルでのスループットを向上させることができる。

【0050】第3の発明は、固定長のセルの形式で情報を転送するATM（アシンクロナス・トランスファ・モード）通信網を介してTCP（トランスミッション・コントロール・プロトコル）のデータグラムを含むデータの通信を行う複数の端末と、通信網における輻輳を検出する第1の通信要素と、端末から到着するデータをセルに分割して通信網へ送信し、通信網から到着するセルをデータに再構成して端末へ送信する第2の通信要素との間の通信において用いられるフロー制御方法であって、第1の通信要素において輻輳が検出された場合には、セルに輻輳通知情報を設定する輻輳通知ステップと、第2の通信要素において通信網から到着するセルの内容を観測するセル観測ステップと、セル観測ステップにおいて輻輳の発生が検出された場合には、第2の通信要素においてデータグラムのヘッダ内部に設定されるウィンドウサイズを一律に0に設定することなく、段階的に0に縮小されるように所定の計算方法によって設定して送信するウィンドウサイズ縮小ステップとを含む。

【0051】このような第3の発明によれば、ATM網内部で輻輳が発生した場合でも、送信端末からの入力レートを段階的に減少することにより、輻輳時における入力レートを過度に減少することがない。そのため、通信帯域使用率を向上させて、スループットを向上させることができる。

【0052】第4の発明は、第3の発明におけるフロー制御方法であって、第2の通信要素においてデータグラムのウィンドウサイズを設定した後に記憶するウィンドウサイズ記憶ステップをさらに含み、ウィンドウサイズ縮小ステップにおける所定の計算方法には、ウィンドウサイズ記憶ステップにおいて記憶された値から所定値を差し引いた値が用いられることを特徴とする。

【0053】このような第4の発明によれば、ATM網内部で輻輳が発生した場合でも、ウィンドウサイズ記憶値から所定値を差し引いた値を用いることによって、送信端末からの入力レートを時間的なヒステリシスをもって段階的に減少することにより、輻輳時における入力レートをスムーズに減少させる。そのため、通信帯域使用率を向上させて、スループットを向上させることができる。

【0054】第5の発明は、第3の発明におけるフロー制御方法であって、第2の通信要素においてデータグラムのウィンドウサイズを設定した後に記憶するウィンドウサイズ記憶ステップと、セル観測ステップにおいて輻

輳の発生が検出されなくなった場合には、ウィンドウサイズ記憶ステップにおいて記憶された値と所定値とを加えた値を用いて、第2の通信要素においてデータグラムのヘッダ内部に設定されるウィンドウサイズを設定して送信するウィンドウサイズ拡大ステップとをさらに含む。

【0055】このような第5の発明によれば、ATM網内部で輻輳が解除された場合でも、送信端末からの入力レートを段階的に増加することにより、輻輳解除時におけるデータ入力に集中することがない。したがって、輻輳の再発生を抑制して、スループットを向上させることができる。

【0056】第6の発明は、第3の発明におけるフロー制御方法であって、輻輳通知ステップは、セルのEFCI（イクスプリシット・フォワード・コンジェスション・インディケーション）ビットに輻輳通知情報を設定することを特徴とする。

【0057】このような第6の発明によれば、RMセルの代わりにデータセルのEFCIビットを使用した輻輳通知が可能であるので、ABR以外のサービスカテゴリを使用するVCに対しても、ATM網内部における輻輳を検出したときには、送信端末に対して入力レートの減少を指示することによって、輻輳を素早く解除し、TCPパケットレベルでのスループットを向上させることができる。

【0058】また、第6の発明によれば、輻輳時にATM通信要素において各VCに指示する入力レートを計算する代わりに、データセルのEFCIビットを設定するだけで輻輳通知が可能なので、ATM網内部の通信要素およびATM網と外部ネットワークを接続する通信要素の構成を簡単にすることができ、同時にフロー制御を行うことによって、スループットを向上させることができる。

【0059】さらに、第6の発明によれば、通信要素におけるRMセルの受信時間間隔が大きい場合であっても、ATM網内部の輻輳を素早く検出して、輻輳を解除することによって、TCPパケットレベルでのスループットを向上させることができる。

【0060】第7の発明は、第3の発明におけるフロー制御方法であって、輻輳通知ステップは、後方RM（リソース・マネージメント）セルに輻輳通知情報を設定することを特徴とする。

【0061】このような第7の発明によれば、輻輳通知情報を前方RMセルに書き込む場合よりも、より短い時間でATM網内部の輻輳を送信側ゲートウェイ装置へ通知することができる。したがって、素早く輻輳を解除することによって、TCPパケットレベルでのスループットを向上させることができる。

【0062】第8の発明は、固定長のセルの形式で情報を転送するATM（アシンクロナス・トランスファ・モ

ード) 通信網を介してデータの通信を行う複数の端末と、通信網における輻輳を検出する第1の通信要素と、端末から到着するデータをセルに分割して通信網へ送信し、通信網から到着するセルをデータに再構成して端末へ送信する第2の通信要素との間の通信において用いられるフロー制御方法であって、第1の通信要素において輻輳が検出された場合には、セルに輻輳通知情報を設定する輻輳通知ステップと、第2の通信要素において通信網から到着するセルの内容を観測するセル観測ステップと、セル観測ステップにおいて輻輳の発生が検出された場合には、第2の通信要素においてデータを一旦保持し、所定の時間が経過した後に送信を行う保持ステップとを含む。

【0063】このような第8の発明によれば、ウィンドウサイズを縮小する処理を行うことなく、所定の時間だけデータを保持する処理によってフロー制御を行うので、各通信要素が簡易な構成によって、輻輳を素早く解除してスループットを向上させることができる。

【0064】第9の発明は、第8の発明におけるフロー制御方法であって、前述のデータは、TCP(トランスミッション・コントロール・プロトコル)のデータグラムを含む。このような第9の発明によれば、インターネットプロトコルセットを使用したネットワークにおいて広く適用することができる。

【0065】第10の発明は、第8の発明におけるフロー制御方法であって、輻輳通知ステップは、セルのEFCI(イクスプリシット・フォワード・コンジェスション・インディケーション)ビットに輻輳通知情報を設定することを特徴とする。

【0066】このような第10の発明によれば、RMセルの代わりにデータセルのEFCIビットを使用した輻輳通知が可能であるので、ABR以外のサービスカテゴリを使用するVCに対しても、ATM網内部における輻輳を検出したときには、送信端末に対して入力レートの減少を指示することによって、輻輳を素早く解除し、スループットを向上させることができる。

【0067】また、第10の発明によれば、輻輳時にATM通信要素において各VCに指示する入力レートを計算する代わりに、データセルのEFCIビットを設定するだけで輻輳通知が可能なので、ATM網内部の通信要素およびATM網と外部ネットワークを接続する通信要素の構成を簡単にすることができ、同時にフロー制御を行うことによって、スループットを向上させることができる。

【0068】さらに、第10の発明によれば、通信要素におけるRMセルの受信時間間隔が大きい場合であっても、ATM網内部の輻輳を素早く検出して、輻輳を解除することによって、スループットを向上させることができる。

【0069】第11の発明は、第8の発明におけるフロ

ー制御方法であって、輻輳通知ステップは、後方RM(リソース・マネージメント)セルに輻輳通知情報を設定することを特徴とする。

【0070】このような第11の発明によれば、輻輳通知情報を前方RMセルに書き込む場合よりも、より短い時間でATM網内部の輻輳を送信側ゲートウェイ装置へ通知することができる。したがって、素早く輻輳を解除することによって、スループットを向上させることができる。

【0071】第12の発明は、固定長のセルの形式で情報を転送するATM(アシンクロナス・トランスファ・モード)通信網を介してTCP(トランスミッション・コントロール・プロトコル)のデータグラムを含むデータの通信を行う複数の端末と通信を行い、当該通信網において輻輳が検出された場合には、EFCI(イクスプリシット・フォワード・コンジェスション・インディケーション)ビットに輻輳通知情報が設定されたセルを受信する通信要素であって、端末からデータグラムを含むデータを受信するパケット受信バッファと、受信されたデータグラムを含むデータをセル化するセル化処理部と、端末へデータグラムを含むデータを送信するパケット送信バッファと、通信網からセルを受信するセル受信バッファと、受信されたセルをデータグラムを含むデータに組み立てるパケット組立処理部と、通信網へセルを送信するセル送信バッファと、セル受信バッファに到着するセルのEFCIビットを観測するEFCIビット観測部と、EFCIビット観測部が輻輳の発生を検出した場合には、データグラムのヘッダ内部に設定されるウィンドウサイズを縮小するACK書き換え部とを備える。

【0072】このような第12の発明によれば、RMセルの代わりにデータセルのEFCIビットを使用した輻輳通知が可能であるので、ABR以外のサービスカテゴリを使用するVCに対しても、ATM網内部における輻輳を検出したときには、送信端末に対して入力レートの減少を指示することによって、輻輳を素早く解除し、TCPパケットレベルでのスループットを向上させることができる。

【0073】また、第12の発明によれば、輻輳時にATM通信要素において各VCに指示する入力レートを計算する代わりに、データセルのEFCIビットを設定するだけで輻輳通知が可能なので、ATM網内部の通信要素およびATM網と外部ネットワークを接続する通信要素の構成を簡単にすることができ、同時にフロー制御を行うことによって、スループットを向上させることができる。

【0074】さらに、第12の発明によれば、通信要素におけるRMセルの受信時間間隔が大きい場合であっても、ATM網内部の輻輳を素早く検出して、輻輳を解除することによって、TCPパケットレベルでのスループットを向上させることができる。

【0075】第13の発明は、固定長のセルの形式で情報を転送するATM（アシンクロナス・トランスファ・モード）通信網を介してTCP（トランスミッション・コントロール・プロトコル）のデータグラムを含むデータの通信を行う複数の端末と通信を行い、当該通信網において輻輳が検出された場合には、輻輳通知情報が設定されたセルを受信する通信要素であって、端末からデータグラムを含むデータを受信するパケット受信バッファと、受信されたデータグラムを含むデータをセル化するセル化処理部と、端末へデータグラムを含むデータを送信するパケット送信バッファと、通信網からセルを受信するセル受信バッファと、受信されたセルをデータグラムを含むデータに組み立てるパケット組立処理部と、通信網へセルを送信するセル送信バッファと、セル受信バッファに到着するセルの輻輳通知情報を観測するセル観測部と、データグラムのウィンドウサイズを設定した後に記憶して、セル観測部が輻輳の発生を検出した場合には、記憶された値から所定値を差し引いた値を用いて段階的に縮小された新たなウィンドウサイズを設定するACK書き換え部とを備える。

【0076】このような第13の発明によれば、輻輳通知情報を前方RMセルに書き込む場合よりも、より短い時間でATM網内部の輻輳を送信側ゲートウェイ装置へ通知することができる。したがって、素早く輻輳を解除することによって、TCPパケットレベルでのスループットを向上させることができる。

【0077】第14の発明は、固定長のセルの形式で情報を転送するATM（アシンクロナス・トランスファ・モード）通信網を介してTCP（トランスミッション・コントロール・プロトコル）のデータグラムを含むデータの通信を行う複数の端末と通信を行い、当該通信網において輻輳が検出された場合には、輻輳通知情報が設定されたセルを受信する通信要素であって、端末からデータグラムを含むデータを受信するパケット受信バッファと、受信されたデータグラムを含むデータをセル化するセル化処理部と、端末へデータグラムを含むデータを送信するパケット送信バッファと、通信網からセルを受信するセル受信バッファと、受信されたセルをデータグラムを含むデータに組み立てるパケット組立処理部と、通信網へセルを送信するセル送信バッファと、セル受信バッファに到着するセルの輻輳通知情報を観測するセル観測部と、データグラムのウィンドウサイズを設定した後に記憶して、セル観測部が輻輳の発生を検出した場合には、記憶された値から所定値を差し引いた値を用いて段階的に縮小された新たなウィンドウサイズを設定し、セル観測部が輻輳の発生を検出なくなった場合には、記憶された値と所定値とを加えた値を用いて新たなウィンドウサイズを設定するACK書き換え部とを備える。

【0078】このような第14の発明によれば、ATM網内部で輻輳が発生した場合でも、送信端末からの入力

レートを段階的に減少することにより、輻輳時における入力レートを過度に減少することがない。そのため、通信帯域使用率を向上させて、スループットを向上させることができる。

【0079】第15の発明は、固定長のセルの形式で情報を転送するATM（アシンクロナス・トランスファ・モード）通信網を介してデータの通信を行う複数の端末と通信を行い、当該通信網において輻輳が検出された場合には、輻輳通知情報が設定されたセルを受信する通信要素であって、端末からデータグラムを含むデータを受信するパケット受信バッファと、受信されたデータグラムを含むデータをセル化するセル化処理部と、端末へデータグラムを含むデータを送信するパケット送信バッファと、通信網からセルを受信するセル受信バッファと、受信されたセルをデータグラムを含むデータに組み立てるパケット組立処理部と、通信網へセルを送信するセル送信バッファと、セル受信バッファに到着するセルの輻輳通知情報を観測するセル観測部と、セル観測部が輻輳の発生を検出した場合には、データを一旦保持し、所定の時間が経過した後に送信が行われるように制御するACK保持部とを備える。

【0080】このような第15の発明によれば、ウィンドウサイズを縮小する処理を行うことなく、所定の時間だけデータを保持する処理によってフロー制御を行うので、各通信要素が簡易な構成によって、輻輳を素早く解除してスループットを向上させることができる。

【0081】第16の発明は、第15の発明における通信要素であって、前述のデータは、TCP（トランスミッション・コントロール・プロトコル）のデータグラムを含む。このような第9の発明によれば、インターネットプロトコルセットを使用したネットワークにおいて広く適用することができる。

【0082】第17の発明は、第13ないし第15のいずれかの発明における通信要素であって、輻輳通知情報が設定されるセルは、EFCI（イクスプリシット・フォワード・コンジェスチョン・インディケーション）ビットに輻輳通知情報が設定されたセルであることを特徴とする。

【0083】このような第17の発明によれば、RMセルの代わりにデータセルのEFCIビットを使用した輻輳通知が可能であるので、ABR以外のサービスカテゴリを使用するVCに対しても、ATM網内部における輻輳を検出したときには、送信端末に対して入力レートの減少を指示することによって、輻輳を素早く解除し、スループットを向上させることができる。

【0084】また、第17の発明によれば、輻輳時にATM通信要素において各VCに指示する入力レートを計算する代わりに、データセルのEFCIビットを設定するだけで輻輳通知が可能なので、ATM網内部の通信要素およびATM網と外部ネットワークを接続する通信要

素の構成を簡単にすることができ、同時にフロー制御を行うことによって、スループットを向上させることができる。

【0085】さらに、第17の発明によれば、通信要素におけるRMセルの受信時間間隔が大きい場合であっても、ATM網内部の輻輳を素早く検出して、輻輳を解除することによって、スループットを向上させることができる。

【0086】第18の発明は、第13ないし第15のいずれかの発明における通信要素であって、輻輳通知情報が設定されるセルは、後方RM（リソース・マネージメント）セルであることを特徴とする。

【0087】このような第18の発明によれば、輻輳通知情報を前方RMセルに書き込む場合よりも、より短い時間でATM網内部の輻輳を送信側ゲートウェイ装置へ通知することができる。したがって、素早く輻輳を解除することによって、スループットを向上させることができる。

【0088】

【発明の実施の形態】（第1の実施形態）図1は、本発明の第1の実施形態に係るフロー制御方法を実現する通信網の構成例を示したブロック図である。図1において、本通信網は、送信端末1と、受信端末5と、ゲートウェイ2および4と、ATMスイッチ3とを備える。送信端末1および受信端末5は、既存LAN上に設けられて、ATM網を介して接続されている。既存LANとATM網とは、ゲートウェイ2および4によって接続されている。

【0089】また、ATMスイッチ3は、ATM網においてセルの転送を行うと共に、輻輳検出を行い、データセルのEFCIビットに輻輳発生情報を書き込んで送出する。図1に示された点線6は、ATMスイッチ3において輻輳が生じた場合の、データセルのEFCIビットを用いた輻輳発生情報の転送経路を示したものである。

【0090】ゲートウェイ4は、データセルのEFCIビットを用いた輻輳発生情報に対応して、受信端末5から送信されるTCPデータグラムのウィンドウサイズを変更することによって、送信端末1に対して輻輳通知を行う。図1に示された点線7は、TCPデータグラムのウィンドウサイズを変更することによる、輻輳通知情報の転送経路を示したものである。送信端末1は、受信したTCPデータグラムのウィンドウサイズを参照して、輻輳状態にあることを検出すると、データの送信を中止する。

【0091】実際のネットワークにおいては、2つの端末間で双方向にデータのやりとりが行われるのが一般的である。しかし、ここでは説明を簡略にするために、それらのうちの1方向のデータフローに対してフロー制御を行う場合のみを抽出して以下に説明する。

【0092】ここで、フロー制御の対象となるデータを

送信する端末を送信端末と定義し、受信する端末を受信端末と定義する。実際のネットワークでは、2つの端末間における双方向のデータフローに対してフロー制御を行う場合、1つの端末が送信端末および受信端末の両方の役目を果たすことになる。

【0093】まず、ATMスイッチ3における動作の概略について説明する。ATMスイッチ3は、出力ポートごとにセルを蓄積するための複数の出力バッファ（図示されていない）を有している。ATMスイッチ3は、或る出力バッファ内部のセル数があらかじめ決められた数を超えると、その出力バッファから出力される情報セルのEFCIビットを1に設定する。このようにして、ATMスイッチ3は輻輳発生情報を網へ送り出す。

【0094】図2は、本発明の第1の実施形態に係るフロー制御方法を実現するゲートウェイ4の詳細な構成例を示したブロック図である。ただし、図1におけるゲートウェイ2も本ゲートウェイ4と同様の構成であるものとする。このことによって、受信端末5から送信端末1に送信されるデータフローに対するフロー制御も行うことができる。

【0095】図2において、本ゲートウェイ4は、セル出力バッファ11と、データセルのEFCIビットを観測するEFCIビット観測部12と、ATM網からセルを受信するセル入力バッファ13と、受信パケットをATMセル化するセル化処理部14と、ATMセルを既存LANにおけるパケットに組み立てるパケット組立処理部15と、既存LANからのパケットを受信するパケット受信バッファ17と、受信パケットからTCPデータグラムを判別するTCPデータグラム判別部18と、輻輳検出時にACKの内容を書き換えるACK書き換え部19と、既存LANへ出力するパケットを一旦保持するパケット送信バッファ10とを備える。

【0096】まず、パケット受信バッファ17は、パケットを受信すると、TCPデータグラム判別部18に対してパケット受信信号を発信し、受信したパケットをバッファ内に保持する。

【0097】EFCIビット観測部12は、ATM網から送られてくるデータセルにおけるVCIフィールドおよびVPIフィールドの内容から、データセルに対応するVC番号を決定する。また、EFCIビット観測部12は、当該データセルのEFCIビットを観測する。

【0098】観測したEFCIビットが1に設定されていることを検出すると、EFCIビット観測部12は、当該VC番号および輻輳検出信号をACK書き換え部19へ発信する。EFCIビットが0に設定されていることを検出すると、EFCIビット観測部12は、当該VC番号および輻輳解除信号をACK書き換え部19へ発信する。

【0099】TCPデータグラム判別部18は、パケット受信信号を受信すると、パケット受信バッファ17内

のバケットからTCPデータグラムを判別する。そして、TCPデータグラム判別部18は、TCPデータグラムの内容から対応するVC番号を決定し、当該VC番号をACK書き換え部19へ通知する。

【0100】ここで、TCPデータグラムの内容からVC番号を決定する方法としては、例えば、TCPデータグラム内部のIPバケットにおいて、そのヘッダに記されている宛先IPアドレスから決定する方法などが考えられる。

【0101】ACK書き換え部19は、各VC番号ごとに設けられた輻輳検出フラグを管理している。ACK書き換え部19は、EFCIビット観測部12からVC番号および輻輳通知信号を受信した場合には、受信したVC番号に対応する輻輳検出フラグを1に設定する。また、EFCIビット観測部12からVC番号および輻輳解除信号を受信した場合には、ACK書き換え部19は、受信したVC番号に対応する輻輳検出フラグを0に設定する。

【0102】ACK書き換え部19は、TCPデータグラム判別部18からVC番号を受信すると、受信したVC番号に対応する輻輳検出フラグの値を参照する。参照された輻輳検出フラグの値が1である場合には、ACK書き換え部19は、バケット受信バッファ17内に存在するバケットのウィンドウサイズを0に設定する。また、参照された輻輳検出フラグの値が0である場合には、ACK書き換え部19は、バケット受信バッファ17内に存在するバケットのウィンドウサイズを変更しない。その後、ACK書き換え部19は、バケット受信バッファ17に対してバケット送信許可信号を発信する。バケット受信バッファ17は、ACK書き換え部19からバケット送信許可信号を受信すると、バッファ内のバケットをセル化処理部14へ送信する。

【0103】図3は、本発明の第1の実施形態における端末間のTCPデータグラムによる通信のフローの一例を示すシーケンス図である。図3において、Winはウィンドウ値を表し、Seqはシーケンス番号を表し、Lenはデータ長を表し、AckはACK番号を表している。また、受信側ゲートウェイにおいて輻輳が検出されている時間帯は、点線で示されている。さらに、図の右側のウィンドウサイズについて、斜線欄は受信端末において使用中のウィンドウを表し、空白欄は空きのウィンドウを表している。

【0104】ATM網にセルの輻輳が検出されていない場合、送受信端末間では、通常のTCPプロトコルによるデータグラムの通信が行われる。送信端末は、受信端末からのTCPプロトコルのウィンドウ制御により、受信端末における空きウィンドウサイズを超えない大きさのデータを送信する。受信側ゲートウェイは、送信端末からのバケットを透過して、受信端末側へ転送する。図3においては、シーケンス番号が100であって、デ

ータ長が500であるデータが受信端末へ送られる。

【0105】受信端末は、TCPデータグラムを受信すると、当該データグラムのシーケンス番号にデータ長を足したACK番号と、当該データグラム受信後の空きウィンドウサイズを含んだACKバケットとを送信端末へ向けて返信する。図3においては、受信端末は、Ack=600と、空きウィンドウ値であるWin=500とを送信端末へ送る。

【0106】受信側ゲートウェイは、輻輳を検出すると、輻輳中に送信端末から受信したバケットからTCPデータグラムを判別して、当該TCPデータグラムのウィンドウサイズを0に設定する。当該バケットは、送信端末へ送信される。図3においては、受信端末が送出したAck=900であって、Win=200のACKバケットは、受信側ゲートウェイによってそのウィンドウサイズが0に設定される。このAck=900であって、Win=0のACKバケットは、受信側ゲートウェイから送信端末へ送信される。

【0107】上記のACKバケットを受信すると、送信端末は、輻輳によってデータが受信できなかったことを認識して、データ送信を停止する。データ送信停止後、送信端末は、TCPプロトコルによって周期的にデータ長1のプロブパケットを送信する。しかし、受信側ゲートウェイが、受信端末から送信されたACKバケットにおけるウィンドウサイズを0に設定して、送信端末へ送信している間は、送信端末がデータ送信を再開することはない。

【0108】その後、受信側ゲートウェイは、輻輳解除を検出すると、受信端末より受信したバケットのウィンドウサイズを変更することなく、送信端末側へ透過する。図3においては、受信端末が送出したAck=902であって、Win=498のACKバケットは、そのウィンドウサイズが変更されることなく送信端末へ届けられる。そのため、このウィンドウサイズが正である場合には、送信端末と受信端末間において通常のTCPデータグラムの転送が再開される。

【0109】以上のように、本実施形態によれば、ABR以外のサービスカテゴリを使用するVCに対しても、ATM網内部における輻輳を検出したときには、送信端末に対して入力レートの減少を指示することによって、輻輳を素早く解除し、TCPバケットレベルでのスループットを向上させることができる。

【0110】また、本実施形態によれば、ATM網内部の通信要素およびATM網と外部ネットワークを接続するゲートウェイ装置の構成を簡単にすることができ、同時にフロー制御を行うことによって、スループットを向上させることができる。

【0111】さらに、本実施形態によれば、ゲートウェイ装置におけるRMセルの受信時間間隔が大きい場合でも、ATM網内部の輻輳を素早く検出して、輻輳を解除

することによって、TCPパケットレベルでのスループットを向上させることができる。

【0112】なお、本実施形態においては、ATM網内部の通信要素において輻輳が生じたときに、受信側ゲートウェイ装置において、受信端末から送信端末へ送信されるTCPデータグラムのウィンドウサイズを変更する構成について説明した。しかし、TCPデータグラムのウィンドウサイズを変更するゲートウェイ装置は、受信側のゲートウェイ装置に限定されない。したがって、例えば、ATM網内部の通信要素において輻輳が生じたときに、受信端末の方向から送信端末の方向へ送信されるデータセルを使用して輻輳通知を行い、送信側ゲートウェイ装置において、受信端末から送信端末へ送信されるTCPデータグラムのウィンドウサイズを変更する構成であってもよい。

【0113】また、受信端末の方向から送信端末の方向へ送信されるデータセルを使用して輻輳通知を行う構成に限られるものではなく、次のような構成であってもよい。すなわち、ATM網内部の通信要素において輻輳が生じたときに、送信端末から受信端末の方向へ送信されるデータセルのEFCIビットを使用して輻輳通知を行う。この輻輳通知情報に基づいて、受信側ゲートウェイ装置は、受信端末の方向から送信端末の方向へ送信される後方RMセルを使用して、送信側ゲートウェイ装置に対する輻輳通知を行う。送信側ゲートウェイ装置は、この輻輳通知を受けて、受信端末から送信端末へ送信されるTCPデータグラムのウィンドウサイズを変更する。本実施形態は、以上のような構成であってもよい。

【0114】このように構成すれば、輻輳通知情報を前方RMセルに書き込む場合よりも、より短い時間でATM網内部の輻輳を送信側ゲートウェイ装置へ通知することができる。したがって、素早く輻輳を解除することによって、TCPパケットレベルでのスループットを向上させることができる。

【0115】さらに、本実施形態においては、受信端末から送信端末へ送信されるTCPデータグラムのウィンドウサイズを変更する場合について説明したが、送信端末から受信端末の方向に送信されるTCPデータグラムのウィンドウサイズを変更するような構成であってもよい。このように構成すれば、送受信端末間における両方向のデータが、セルバッファなどの通信資源を共有している場合には、TCPパケットレベルでのスループットをより向上させることができる。

【0116】(第2の実施形態) 本発明の第2の実施形態に係るフロー制御方法を実現する通信網は、第1の実施形態に係るフロー制御方法を実現する通信網の場合と同様の構成である。ただし、本発明の第2の実施形態に係るフロー制御方法を実現する通信網は、第1の実施形

態に係るフロー制御方法を実現する通信網とはやや動作が異なる。以下、その動作について説明する。

【0117】なお、実際のネットワークにおいては、2つの端末間で双方向にデータのやりとりが行われるのが一般的である。しかし、ここでは説明を簡略にするために、それらのうちの1方向のデータフローに対してフロー制御を行う場合のみを抽出して以下に説明する。

【0118】ここで、フロー制御の対象となるデータを送信する端末を送信端末と定義し、受信する端末を受信端末と定義する。実際のネットワークでは、2つの端末間における双方向のデータフローに対してフロー制御を行う場合、1つの端末が送信端末および受信端末の両方の役目を果たすことになる。

【0119】本発明の第2の実施形態に係るフロー制御方法を実現する通信網は、第1の実施形態に係るフロー制御方法を実現する通信網とは、図2におけるACK書き換え部19の動作が異なる。以下、本実施形態におけるACK書き換え部19の動作について詳細に説明する。

【0120】ACK書き換え部19は、各VC番号ごとに輻輳検出フラグを管理している。ACK書き換え部19は、EFCIビット観測部12からVC番号および輻輳通知信号を受信した場合には、当該VC番号に対応する輻輳検出フラグを1に設定する。また、ACK書き換え部19は、EFCIビット観測部12からVC番号および輻輳解除信号を受信した場合には、当該VC番号に対応する輻輳検出フラグを0に設定する。

【0121】ACK書き換え部19は、各VCごとにウィンドウサイズ記憶値を管理している。ACK書き換え部19は、TCPデータグラム判別部18からVC番号を受信すると、当該VC番号に対応する輻輳検出フラグの値を参照して、以下に示す方法によってパケット受信バッファ17内に蓄積されているパケットのウィンドウサイズを設定する。設定された値は、ACK書き換え部19によって、ウィンドウサイズ記憶値として記憶される。その後、ACK書き換え部19は、パケット受信バッファ17に対してパケット送信許可信号を発信する。

【0122】次に、パケット受信バッファ17内に蓄積されているパケットのウィンドウサイズを設定する方法について詳述する。まず、ACK書き換え部19は、VC番号を受信すると、受信したVC番号に対応する輻輳検出フラグの値を参照する。

【0123】ACK書き換え部19は、参照された輻輳検出フラグの値が1である場合には、パケット受信バッファ17内のパケットのウィンドウサイズを参照し、参照されたウィンドウサイズの値を次式(1)に代入する。

$$\text{ウィンドウサイズ変更値} = \min \{ \text{ウィンドウサイズ}, \max (0, \text{ウィンドウサイズ記憶値} - \text{減少量基準値}) \} \quad \cdots (1)$$

【0124】ここで、上式(1)において、 $\max(A, B)$ は、AとBのうち、大きい方の値を示すものと定義する。また、 $\min(C, D)$ は、CとDのうち、小さい方の値を示すものと定義する。さらに、減少量基準値は、あらかじめ設定される定数であるものとする。

【0125】ACK書き換え部19は、上式(1)を計算して、ウィンドウサイズ変更値を得る。その後、AC

$$\text{ウィンドウサイズ変更値} = \min(\text{ウィンドウサイズ, ウィンドウサイズ記憶値} + \text{増加量基準値}) \quad \dots (2)$$

【0127】ここで、上式(2)における $\min(C, D)$ の定義は、前述の式(1)における定義と同様である。また、増加量基準値は、あらかじめ設定される定数であるものとする。

【0128】ACK書き換え部19は、上式(2)を計算して、ウィンドウサイズ変更値を得る。その後、ACK書き換え部19は、パケットのウィンドウサイズをウィンドウサイズ変更値に設定する。

【0129】図4は、本発明の第2の実施形態における端末間のTCPデータグラムによる通信のフローの一例を示すシーケンス図である。図4において、Winはウィンドウ値を表し、Seqはシーケンス番号を表し、Lenはデータ長を表し、AckはACK番号を表している。また、受信側ゲートウェイにおいて輻輳が検出されている時間帯は、点線で示されている。さらに、図の右側のウィンドウサイズについて、斜線欄は受信端末において使用中のウィンドウを表し、空白欄は空きのウィンドウを表している。

【0130】なお、ここでは、上式(1)において用いられる減少量基準値は400であるものとし、上式(2)において用いられる増加量基準値は100であるものとする。

【0131】ATM網にセルの輻輳が検出されていない場合、送受信端末間では、通常のTCPプロトコルによるデータグラムの通信が行われる。送信端末は、受信端末からのTCPプロトコルのウィンドウ制御により、受信端末における空きウィンドウサイズを超えない大きさのデータを送信する。受信側ゲートウェイは、送信端末からのパケットを透過して、受信端末側へ転送する。図4においては、シーケンス番号が100であって、データ長が500であるデータが受信端末へ送られる。

【0132】受信端末は、TCPデータグラムを受信すると、当該データグラムのシーケンス番号にデータ長を足したACK番号と、データグラム受信後の空きウィンドウサイズを含んだACKパケットとを送信端末へ向けて返信する。図4においては、受信端末は、Ack=600と、空きウィンドウ値であるWin=500とを送信端末へ送る。このとき、受信側ゲートウェイにおけるACK書き換え部19は、送信されるACKパケットの空きウィンドウ値である500をウィンドウサイズ記憶

K書き換え部19は、当該パケットのウィンドウサイズをウィンドウサイズ変更値に設定する。

【0126】次に、ACK書き換え部19は、参照された輻輳検出フラグの値が0である場合には、パケット受信バッファ17内のパケットのウィンドウサイズを参照し、参照されたウィンドウサイズの値を次式(2)に代入する。

値として記憶する。

【0133】その後、受信側ゲートウェイは、輻輳を検出すると、輻輳中に送信端末より受信したパケットからTCPデータグラムを判別して、当該TCPデータグラムのウィンドウサイズを前述の式(1)によって決定された値に設定する。このパケットは、送信端末側へ送信される。

【0134】図4においては、受信端末が送出したAck=900であって、Win=200のACKパケットのウィンドウサイズは100に設定される。受信側ゲートウェイにおいて、前述の式(1)より、 $\min\{200, \max(0, 500-400)\} = 100$ と計算されるからである。このAck=900であって、Win=100のACKパケットは、受信側ゲートウェイから送信端末側へ送信される。

【0135】上記のACKパケットを受信すると、送信端末は、輻輳によってデータが受信できなかったことを認識して、データ送信を停止する。データ送信停止後、送信端末は、TCPプロトコルによって周期的にプローブパケットを送信する。しかし、受信側ゲートウェイが輻輳を検出している間、送信端末はデータ送信を再開しない。

【0136】その後、受信側ゲートウェイは、輻輳解除を検出すると、受信端末より受信したパケットのウィンドウサイズを前述の式(2)によって設定した後、送信端末側へ送信する。図4においては、受信端末が送出したAck=1001であって、Win=399のACKパケットのウィンドウサイズは200に設定される。なぜなら、受信側ゲートウェイにおいて、前述の式(2)より、 $\min(399, 0+200) = 200$ と計算されるからである。

【0137】このようにしてウィンドウサイズを変更されたAck=1001であって、Win=200のACKパケットは、受信側ゲートウェイ装置から送信端末へ送られる。送信端末は、このACKパケットを受信して輻輳解除を検出する。したがって、送信端末と受信端末間において通常のTCPデータグラムの転送が再開されることになる。

【0138】このように、本実施形態に係るフロー制御方法を実現する通信網は、網内で輻輳が発生したときに

は、受信端末から送信されたTCPデータグラムのウィンドウサイズが段階的に0まで減少される。また、網内で輻輳が発生していないときには、一旦減少されたウィンドウサイズが段階的に増加される。

【0139】したがって、本実施形態によれば、ATM網内部で輻輳が発生した場合でも、送信端末からの入力レートを段階的に減少することにより、輻輳時における入力レートを過度に減少することがない。そのため、通信帯域使用率を向上して、スループットを向上させることができる。

【0140】さらに、本実施形態によれば、ATM網内部で輻輳が解除された場合でも、送信端末からの入力レートを段階的に増加することにより、輻輳解除時におけるデータ入力が増加することがない。したがって、輻輳の再発生を抑制して、スループットを向上させることができる。

【0141】なお、本実施形態においては、ATM網内部の通信要素において輻輳が生じたときに、受信側ゲートウェイ装置へ輻輳通知を行うために、データセルのEFCIビットを使用する構成について説明した。しかし、本実施形態は、輻輳通知を行うために、データセルのEFCIビットを使用する構成には限定されない。例えば、データセルのEFCIビットを使用する構成に代えて、前方RMセルのNIビット、CIビットおよびERフィールド等を使用して、受信側ゲートウェイ装置へ輻輳通知を行う構成であってもよい。このような構成によれば、ABRサービスカテゴリを使用するVCにおいてのみフロー制御を行うことができるに過ぎないが、そのような場合であっても上述のようにスループットを向上させることができる。

【0142】また、本実施形態においては、ATM網内部の通信要素において輻輳が生じたときに、受信側ゲートウェイ装置において、受信端末から送信端末へ送信されるTCPデータグラムのウィンドウサイズを変更する構成について説明した。しかし、TCPデータグラムのウィンドウサイズを変更するゲートウェイ装置は、受信側のゲートウェイ装置に限定されない。したがって、例えば、ATM網内部の通信要素において輻輳が生じたときに、受信端末の方向から送信端末の方向へ送信されるデータセルないし後方RMセルを使用して輻輳通知を行い、送信側ゲートウェイ装置において、受信端末から送信端末へ送信されるTCPデータグラムのウィンドウサイズを変更する構成であってもよい。

【0143】さらに、本実施形態においては、受信端末の方向から送信端末の方向へ送信されるデータセルを使用して輻輳通知を行う構成に限られるものではなく、次のような構成であってもよい。すなわち、ATM網内部の通信要素において輻輳が生じたときに、送信端末から受信端末の方向へ送信されるデータセルのEFCIビットを使用して輻輳通知を行う。この輻輳通知情報に基づ

いて、受信側ゲートウェイ装置は、受信端末の方向から送信端末の方向へ送信される後方RMセルを使用して、送信側ゲートウェイ装置に対する輻輳通知を行う。送信側ゲートウェイ装置は、この輻輳通知を受けて、受信端末から送信端末へ送信されるTCPデータグラムのウィンドウサイズを変更する。本実施形態は、以上のような構成であってもよい。

【0144】このように構成すれば、輻輳通知情報を前方RMセルに書き込む場合よりも、ATM網内部の輻輳をより短い時間で送信側ゲートウェイ装置へ通知することができる。したがって、したがって、素早く輻輳を解除することによって、TCPパケットレベルでのスループットを向上させることができる。

【0145】また、本実施形態においては、次のような構成であってもよい。すなわち、ATM網内部の通信要素において輻輳が生じたときに、送信端末の方向から通信要素に到着するRMセルに輻輳通知情報を書き込み、まず、そのRMセルを受信端末側のゲートウェイ装置に送信する。次に、受信側ゲートウェイ装置において、到着した当該RMセルを送信端末へ折り返して返信する。このことによって、送信側ゲートウェイ装置に対して輻輳通知を行う。本実施形態は、以上のような構成であってもよい。

【0146】最後に、本実施形態においては、受信端末から送信端末へ送信されるTCPデータグラムのウィンドウサイズを変更する場合について説明したが、送信端末から受信端末の方向に送信されるTCPデータグラムのウィンドウサイズを変更する構成であってもよい。このように構成すれば、送受信端末間における両方向のデータが、セルバッファなどの通信資源を共有している場合には、TCPパケットレベルでのスループットをより向上させることができる。

【0147】(第3の実施形態)図5は、本発明の第3の実施形態に係るフロー制御方法を実現する通信網の構成例を示したブロック図である。図5において、本通信網は、送信端末1と、受信端末5と、ゲートウェイ2および4と、ATMスイッチ3とを備える。送信端末1および受信端末5は、既存LAN上に設けられて、ATM網を介して接続されている。既存LANとATM網とは、ゲートウェイ2および4によって接続されている。

【0148】また、ATMスイッチ3は、ATM網においてセルの転送を行うと共に、輻輳検出を行い、データセルのEFCIビットに輻輳発生情報を書き込んで送出する。図5に示された点線6は、ATMスイッチ3において輻輳が生じた場合の、データセルのEFCIビットを用いた輻輳発生情報の転送経路を示したものである。

【0149】ゲートウェイ4は、データセルのEFCIビットを用いた輻輳発生情報に対応して、受信端末5から送信されるTCPデータグラムを所定の時間だけ保持して、当該TCPデータグラムが送信端末に到着するタ

イミングを変更する。このことによって、ゲートウェイ 4 は送信端末 1 から入力されるデータフローを制御する。なお、ここでは、TCP データグラムが用いられているが、どのようなデータグラムが用いられてもよく、TCP データグラムだけに限定されるものではない。

【0150】図 5 に示された点線 7 は、ゲートウェイ 4 から送信端末 1 に送信される TCP データグラムの転送経路を示したものである。送信端末 1 において、受信端末 5 から TCP データグラムが返信されるのが遅れるとすると、その遅れに応じて送信端末 1 からデータが送信されるタイミングも遅くなる。前述した第 1 の実施形態と異なり、本実施形態においてはこのことを利用して、輻輳状態にある場合におけるデータ入力レートを減少させ、輻輳を解除する。

【0151】実際のネットワークにおいては、2 つの端末間で双方向にデータのやりとりが行われるのが一般的である。しかし、ここでは説明を簡略するために、それらのうちの 1 方向のデータフローに対してフロー制御を行う場合のみを抽出して以下に説明する。

【0152】ここで、フロー制御の対象となるデータを送信する端末を送信端末と定義し、受信する端末を受信端末と定義する。実際のネットワークでは、2 つの端末間における双方向のデータフローに対してフロー制御を行う場合、1 つの端末が送信端末および受信端末の両方の役目を果たすことになる。

【0153】まず、ATM スイッチ 3 における動作の概略について説明する。ATM スイッチ 3 は、出力ポートごとにセルを蓄積するための複数の出力バッファ（図示されていない）を有している。ATM スイッチ 3 は、或る出力バッファ内部のセル数があらかじめ決められた数を超えると、その出力バッファから出力される情報セルの EFCI ビットを 1 に設定する。このようにして、ATM スイッチ 3 は輻輳発生情報を送り出す。

【0154】図 6 は、本発明の第 3 の実施形態に係るフロー制御方法を実現するゲートウェイ 4 の詳細な構成例を示したブロック図である。ただし、図 6 におけるゲートウェイ 2 も本ゲートウェイ 4 と同様の構成であるものとする。このことによって、受信端末 5 から送信端末 1 に送信されるデータフローに対するフロー制御も行うことができる。

【0155】図 6 において、本ゲートウェイ 4 は、セル出力バッファ 81 と、データセルの EFCI ビットを観測する EFCI ビット観測部 82 と、ATM 網からセルを受信するセル入力バッファ 83 と、受信パケットを ATM セル化するセル化処理部 84 と、ATM セルを既存 LAN におけるパケットに組み立てるパケット組立処理部 85 と、既存 LAN からのパケットを受信するパケット受信バッファ 87 と、受信パケットから TCP データグラムを判別する TCP データグラム判別部 88 と、輻輳検出時に ACK パケットを保持する ACK 保持部 89

と、既存 LAN へ出力するパケットを一旦保持するパケット送信バッファ 80 とを備える。

【0156】このように、図 6 のゲートウェイ 4 は、図 2 に示される第 1 の実施形態に係るフロー制御方法を実現するゲートウェイ 4 とほぼ同様の構成であるが、特に、ACK 保持部 89 の構成および動作に特徴がある。以下、図 6 を参照しつつ、各部の動作について説明する。

【0157】まず、パケット受信バッファ 87 は、パケットを受信すると、TCP データグラム判別部 88 に対してパケット受信信号を発信し、受信したパケットをバッファ内に保持する。

【0158】EFCI ビット観測部 82 は、ATM 網から送られてくるデータセルの VCI フィールドおよび VPI フィールドの内容から、データセルに対応する VC 番号を決定する。また、EFCI ビット観測部 82 は、データセルの EFCI ビットを観測する。

【0159】EFCI ビット観測部 82 は、観測した EFCI ビットが 1 に設定されていることを検出すると、当該 VC 番号および輻輳検出信号を ACK 保持部 89 へ発信する。EFCI ビットが 0 に設定されていることを検出すると、EFCI ビット観測部 82 は、当該 VC 番号および輻輳解除信号を ACK 保持部 89 へ発信する。

【0160】TCP データグラム判別部 88 は、パケット受信信号を受信すると、パケット受信バッファ 87 内のパケットから TCP データグラムを判別する。そして、TCP データグラム判別部 88 は、TCP データグラムの内容から対応する VC 番号を決定し、当該 VC 番号を ACK 保持部 89 へ通知する。

【0161】ここで、TCP データグラムの内容から VC 番号を決定する方法としてはどのようなものであってもよいが、例えば、TCP データグラム内部の IP パケットにおいて、そのヘッダに記されている宛先 IP アドレスから VC 番号を決定する方法などが考えられる。

【0162】ACK 保持部 89 は、各 VC 番号ごとに輻輳検出フラグを管理している。ACK 保持部 89 は、各 VC 番号ごとにパケットを保持するためのパケット保持バッファを内部に有している。ACK 保持部 89 は、TCP データグラム判別部 88 から VC 番号を受信すると、当該 VC 番号に対応する輻輳検出フラグの値を参照する。参照された輻輳検出フラグの値が 1 である場合には、ACK 保持部 89 は、パケット受信バッファ 87 内のパケットを、当該 VC 番号に対応するパケット保持バッファへ移動して蓄積する。また、参照された輻輳検出フラグの値が 0 である場合には、ACK 保持部 89 は、パケット受信バッファ 87 に対してパケット送信許可信号を発信する。

【0163】ACK 保持部 89 は、EFCI ビット観測部 82 から VC 番号および輻輳通知信号を受信した場合には、受信した VC 番号に対応する輻輳検出フラグを 1

に設定する。また、EFCIビット観測部82からVC番号および輻輳解除信号を受信した場合には、ACK保持部89は、受信したVC番号に対応する輻輳検出フラグを0に設定し、さらに、予め定められた時間間隔をあけて、受信したVC番号に対応するパケット保持バッファ内部に蓄積されたパケットをセル化処理部84へ送信する。

【0164】図7は、本発明の第2の実施形態における端末間のTCPデータグラムによる通信のフローの一例を示すシーケンス図である。図7において、Winはウィンドウ値を表し、Seqはシーケンス番号を表し、Lenはデータ長を表し、AckはACK番号を表している。また、受信側ゲートウェイにおいて輻輳が検出されている時間帯は、点線で示されている。さらに、図の右側のウィンドウサイズについて、斜線欄は受信端末において使用中のウィンドウを表し、空白欄は空きのウィンドウを表している。

【0165】ATM網にセルの輻輳が検出されていない場合、送受信端末間では、通常のTCPプロトコルによるデータグラムの通信が行われる。送信端末は、受信端末からのTCPプロトコルのウィンドウ制御により、受信端末における空きウィンドウサイズを超えない大きさのデータを送信する。受信側ゲートウェイは、送信端末からのパケットを透過して、受信端末側へ転送する。図7においては、シーケンス番号が100であって、データ長が500であるデータが受信端末へ送られる。

【0166】受信端末は、TCPデータグラムを受信すると、データグラムのシーケンス番号にデータ長を足したACK番号と、データグラム受信後の空きウィンドウサイズを含んだACKパケットとを送信端末へ向けて返信する。図7においては、受信端末は、Ack=600と、空きウィンドウ値であるWin=500とを送信端末へ送る。

【0167】その後、受信側ゲートウェイは、輻輳を検出すると、受信端末から送信されたTCPデータグラムを所定の時間だけ保持する。具体的には、前述のように、受信側ゲートウェイ内に設けられたACK保持部89のパケット保持バッファに蓄積される。このことによって、送信端末は、受信端末からのTCPデータグラムを受信しなくなるので、データの入力を中止する。図7においては、受信端末が送出したAck=900であって、Win=200のACKパケットが受信側ゲートウェイに蓄積された状態で留め置かれている。なお、上述のようにパケットが保持される時間は、予め定められた時間であってもよいし、輻輳の程度に応じて毎回算出される時間であってもよい。

【0168】所定の時間が経過した後、受信側ゲートウェイは、蓄積された状態で留め置かれていたパケットを、送信端末側へ送信する。図7においては、受信端末が送信したAck=900であって、Win=200の

ACKパケットが受信側ゲートウェイ装置から送信端末へ送られる。このACKパケットは送信端末において受信される。したがって、送信端末と受信端末との間で通常のTCPデータグラムの転送が再開されることになる。

【0169】ところで、図7において、パケットが保持される時間と輻輳が発生している時間とは、ほぼ同じであるように示されている。しかし、実際には、輻輳が解除されていないにもかかわらず、送信端末と受信端末間において通常のTCPデータグラムの転送が再開されることが考えられる。そのような場合には、受信側ゲートウェイにおいて、所定の回数あるいは所定の時間だけ、再びACKパケットを蓄積された状態で留め置くように構成してもよい、また、ACKパケットを留め置くことなく、所定の回数あるいは所定の時間だけ通常のTCPデータグラムの転送を続けるように構成してもよい。

【0170】以上のように、本実施形態によれば、ABR以外のサービスカテゴリを使用するVCに対しても、ATM網内部における輻輳を検出したときには、送信端末に対して入力レートの減少を指示することによって、輻輳を素早く解除し、TCPパケットレベルでのスループットを向上させることができる。

【0171】また、本実施形態によれば、ATM網内部の通信要素およびATM網と外部ネットワークを接続するゲートウェイ装置の構成を簡単にすることができ、ウィンドウサイズを縮小する処理を行うことなく、所定の時間だけデータを保持する処理によってフロー制御を行うので、各通信要素を簡易な構成にすることができる。したがって、輻輳を素早く解除し、TCPパケットレベルでのスループットを向上させることができる。

【0172】さらに、本実施形態によれば、ゲートウェイ装置におけるRMセルの受信時間間隔が大きい場合でも、ATM網内部の輻輳を素早く検出して、輻輳を解除することによって、TCPパケットレベルでのスループットを向上させることができる。

【0173】なお、本実施形態においては、ATM網内部の通信要素において輻輳が生じたときに、受信側ゲートウェイ装置において、受信端末から送信端末へ送信されるTCPデータグラムを所定の時間だけ保持する構成について説明した。しかし、TCPデータグラムを所定の時間だけ保持するゲートウェイ装置は、受信側のゲートウェイ装置に限定されない。したがって、例えば、ATM網内部の通信要素において輻輳が生じたときに、受信端末の方向から送信端末の方向へ送信されるデータセルを使用して輻輳通知を行い、送信側ゲートウェイ装置において、受信端末から送信端末へ送信されるTCPデータグラムを所定の時間だけ保持する構成であってもよい。

【0174】また、受信端末の方向から送信端末の方向へ送信されるデータセルを使用して輻輳通知を行う構成

に限られるものではなく、次のような構成であってもよい。すなわち、ATM網内部の通信要素において輻輳が生じたときに、送信端末から受信端末の方向へ送信されるデータセルのEFCIビットを使用して輻輳通知を行う。この輻輳通知情報に基づいて、受信側ゲートウェイ装置は、受信端末の方向から送信端末の方向へ送信される後方RMセルを使用して、送信側ゲートウェイ装置に対する輻輳通知を行う。送信側ゲートウェイ装置は、この輻輳通知を受けて、受信端末から送信端末へ送信されるTCPデータグラムを所定の時間だけ保持する。本実施形態は、以上のような構成であってもよい。

【0175】このように構成すれば、輻輳通知情報を前方RMセルに書き込む場合よりも、ATM網内部の輻輳をより短い時間で送信側ゲートウェイ装置へ通知することができる。したがって、したがって、素早く輻輳を解除することによって、TCPパケットレベルでのスループットを向上させることができる。

【0176】さらに、本実施形態においては、次のような構成であってもよい。すなわち、ATM網内部の通信要素において輻輳が生じたときに、送信端末の方向から通信要素に到着するRMセルに輻輳通知情報を書き込み、まず、そのRMセルを受信端末側のゲートウェイ装置に送信する。次に、受信側ゲートウェイ装置において、到着した当該RMセルを送信端末へ折り返して返信する。このことによって、送信側ゲートウェイ装置に対して輻輳通知を行う。本実施形態は、以上のような構成であってもよい。

【0177】最後に、本実施形態においては、受信端末から送信端末へ送信されるTCPデータグラムを所定の時間だけ保持する場合について説明したが、送信端末から受信端末の方向に送信されるTCPデータグラムを所定の時間だけ保持する構成であってもよい。このように構成すれば、送受信端末間における両方向のデータが、セルバッファなどの通信資源を共有している場合には、TCPパケットレベルでのスループットをより向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係るフロー制御方法を実現する通信網の構成例を示したブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係るフロー制御方法を実現するゲートウェイ4の詳細な構成例を示したブロック図である。

【図3】本発明の第1の実施形態における端末間のTCPデータグラムによる通信のフローの一例を示すシーケンス図である。

【図4】本発明の第2の実施形態における端末間のTCP

Pデータグラムによる通信のフローの一例を示すシーケンス図である。

【図5】本発明の第3の実施形態に係るフロー制御方法を実現する通信網の構成例を示したブロック図である。

【図6】本発明の第3の実施形態に係るフロー制御方法を実現するゲートウェイ4の詳細な構成例を示したブロック図である。

【図7】本発明の第3の実施形態における端末間のTCPデータグラムによる通信のフローの一例を示すシーケンス図である。

【図8】従来方法のフロー制御方法を実現する通信網の構成例を示したブロック図である。

【図9】端末間で行うTCPデータグラムによる通信のフローの一例を示すシーケンス図である。

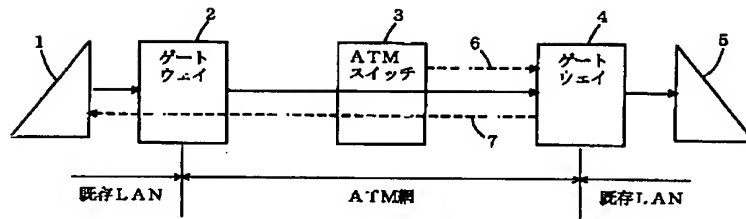
【図10】従来例におけるフロー制御方法を実現するゲートウェイ装置の構成例を示したブロック図である。

【図11】従来方法のフロー制御方法を用いて端末間で行われるTCPデータグラムによる通信のフローの一例を示すシーケンス図である。

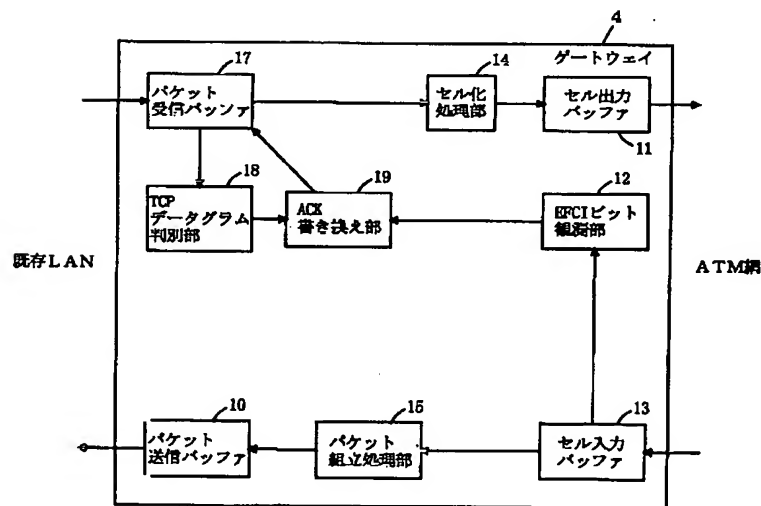
【符号の説明】

- 1 送信端末
- 2 ゲートウェイ
- 3 ATMスイッチ
- 4 ゲートウェイ
- 5 受信端末
- 6 輻輳発生情報の転送経路
- 7 輻輳通知情報の転送経路
- 10 パケット送信バッファ
- 11 セル出力バッファ
- 12 EFCIビット観測部
- 13 セル入力バッファ
- 14 セル化処理部
- 15 パケット組立処理部
- 17 パケット受信バッファ
- 18 TCPデータグラム判別部
- 19 ACK書き換え部
- 80 パケット送信バッファ
- 81 セル出力バッファ
- 82 EFCIビット観測部
- 83 セル入力バッファ
- 84 セル化処理部
- 85 パケット組立処理部
- 87 パケット受信バッファ
- 88 TCPデータグラム判別部
- 89 ACK保持部

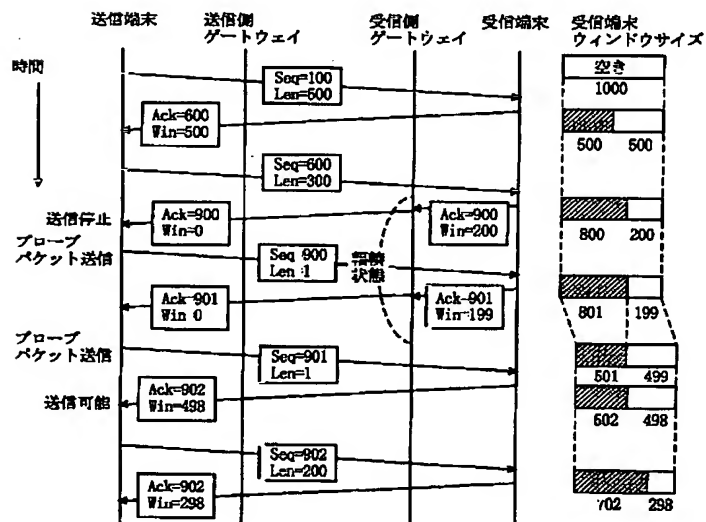
【図1】



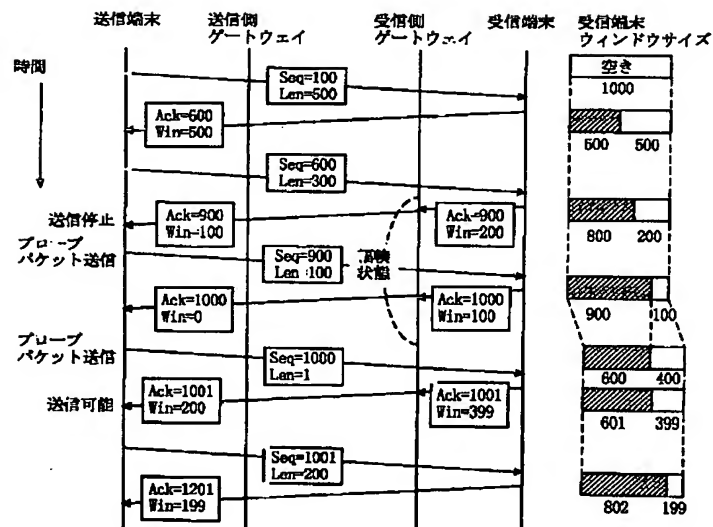
【図2】



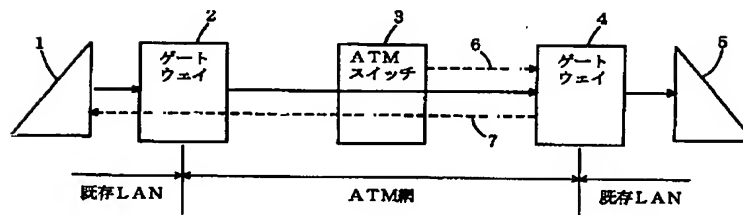
【図3】



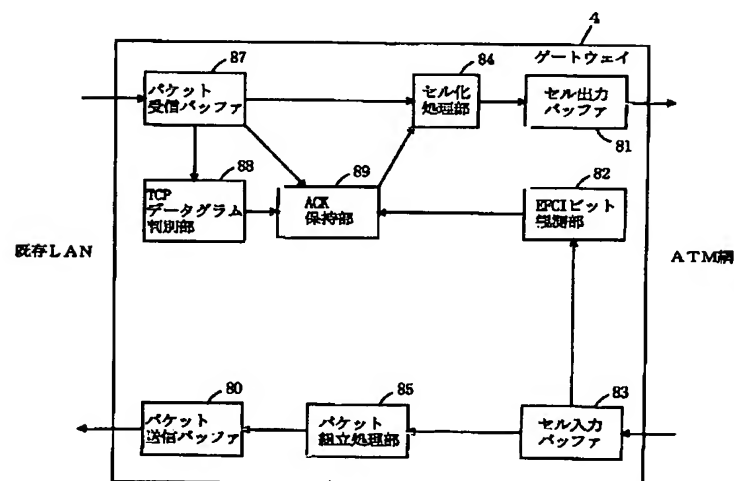
【図4】



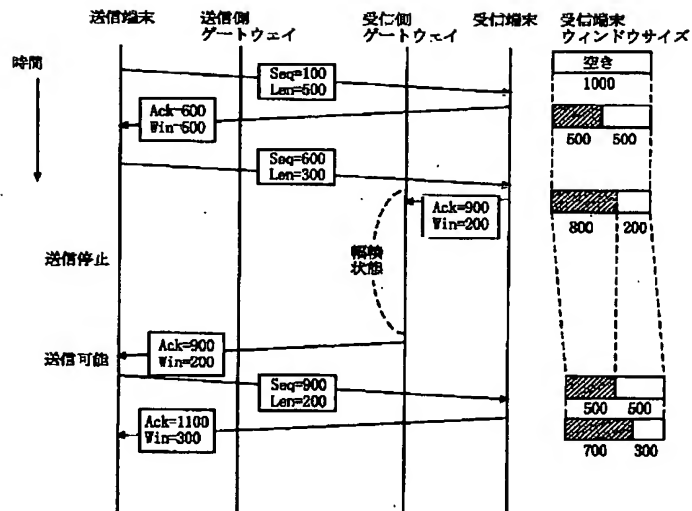
【図5】



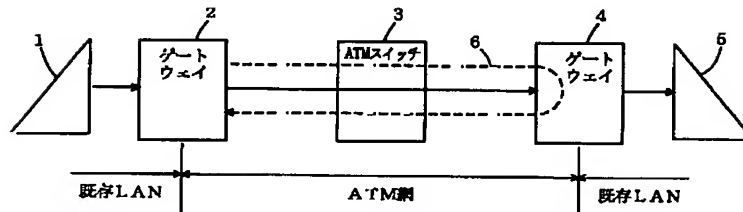
【図6】



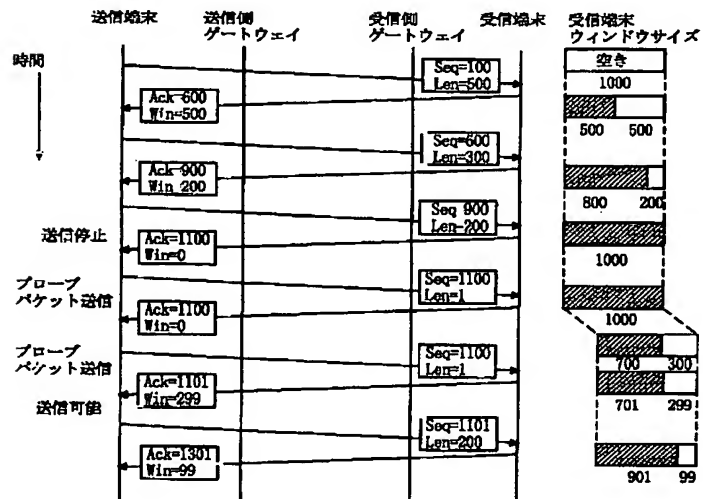
【図7】



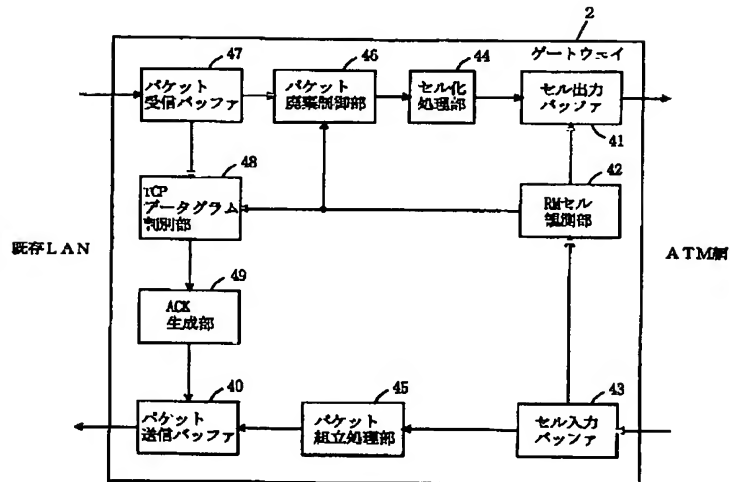
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

